

## Onderzoek naar de toepasbaarheid van het stikstof bijmest systeem in zaaiuien en perspectief van N(P)-rijenbemesting

*Research into a nitrogen split application system in spring sown onions and the perspective of a N(P)-row application*

ir. C.L.M. de Visser, PAGV

### Inleiding

Het huidige bemestingsadvies voor stikstof in zaaiuien is niet meer gebaseerd op de hoeveelheid minerale stikstof (N-mineraal) aan het einde van de winter. Onderzoek dat in de periode 1978-1982 door het (toenmalige) IB te Haren samen met de SNUIF is uitgevoerd, heeft uitgewezen dat geen verband aanwezig is tussen de optimale gift en de N-mineraal aan het einde van de winter. Geadviseerd wordt de uien te bemesten met 100-120 kg N per ha. Hiermee wordt de optimale gift weliswaar gemiddeld goed benaderd, maar de spreiding is groot. Het onderzoek van het IB en de SNUIF heeft duidelijk gemaakt dat bij een gift van 100 kg per ha de afwijkingen met de optimale gift per proef kunnen variëren van -99 tot 81 kg N per ha. De daarbij horende opbrengstderiving kan dan uiteenlopen van 0,1 tot 2,8 ton per ha. Dit was de reden om te zoeken naar een andere methode van perceelsspecifieke advisering waarbij de vraag naar en het aanbod van stikstof beter op elkaar kunnen worden afgestemd.

Het stikstof-bijmest-systeem (NBS), dat bij een aantal groentegewassen in gebruik is, biedt potentieel mogelijkheden om bij uien een betere afstemming tussen vraag naar en aanbod van stikstof te bewerkstelligen (Smit, 1994). Het NBS heeft als principe om het gewas voor slechts een beperkte periode van stikstof te voorzien. Aan het begin van die periode moet een bijbemesting worden gegeven op basis van de N-mineraal in de grond, een noodzakelijk geachte minimum voorraad aan stikstof (de buffer) en de toekomstige stikstofbehoefte van het gewas. Voor uien is dit systeem beschreven door Lang (1988). Voor een ondiep wortelend gewas als uien waarbij de stikstofbehoefte pas ruim na het zaaien van enige betekenis wordt, lijkt het NBS perspectief te bieden.

In de periode 1991-1994 is in acht veldproeven de

toepasbaarheid van het NBS onderzocht. Hierbij is tevens nagegaan of de gift die in het NBS voor de zaai moet worden gegeven effectiever tegelijk met het zaaien in of bij de rij kan worden toegepast. Gezien de resultaten die Brewster et al (1991) bereikte met rijenbemesting met een vloeibare NP-meststof, is besloten dit aspect in het onderzoek te betrekken. In dit artikel worden de resultaten van het onderzoek naar het NBS en de N(P)-rijenbemesting besproken.

In 1995 zal een gedetailleerd verslag van dit onderzoek verschijnen.

### Materiaal en methoden

#### Onderzochte varianten van NBS

Om een NBS te kunnen opzetten, is een opnamecurve van stikstof nodig, omdat de giften mede gebaseerd worden op de stikstofbehoefte van het gewas gedurende het seizoen. Op basis van onderzoek dat in 1988 te Lelystad is uitgevoerd, is een N-opnamecurve gemaakt. Hieruit is gebleken dat de stikstofbehoefte van uien kort na het verschijnen van het vierde echte blad sterk toenam. Tot dit tijdstip namen de uien ongeveer 13 kg N per ha op. De opnamesnelheid bedroeg op dat moment 0,7 kg N per ha per dag. De behoefte daarna kwam uit op 147 kg N per ha, terwijl de opnamesnelheid snel steeg naar meer dan 3 kg per ha per dag. Om de gewenste stikstofgift in het kader van het NBS te berekenen, is verder een buffer nodig. Dit is de minimale hoeveelheid stikstof die nodig is om een optimale stikstofopname mogelijk te maken. Lang (1988) stelde op basis van zijn onderzoek de waarde 35 voor. Op de som van de stikstofbehoefte en de buffer (samen de streefwaarde genoemd) wordt bij de berekening van de gift de minerale stikstof in de grond (N-mineraal) in

minderling gebracht. Hierbij moet vóór het zaaien uitgegaan worden van de laag 0-30 en bij het vierblad-stadium van de laag 0-60, omdat verwacht mag worden dat uien in een latere fase van de groei stikstof uit een diepere laag kunnen opnemen. Een NBS bestaande uit twee giften kan er nu als volgt uitzien:

-gift voor zaai : N-gift = 13 + 35 - N-min, 0-30  
-gift bij 4-blad : N-gift = 147 + 35 - N-min, 0-60

Naar deze vorm van het NBS zal worden gerefereerd als NBS2 (160/35).

Deze vorm van het NBS is in het onderzoek opgenomen. Het onderzoek is uitgebreid met een variant met drie bemestingstijdstippen, waarvan het derde tijdstip het moment van 50% bolvorming is. Dit tijdstip is genomen als laatst mogelijke tijdstip van bijbemesting, omdat na de bolvorming nog maar weinig wortels worden gevormd en het wortelstelsel langzaam in omvang afneemt (Kato, 1963 ; Butt, 1968). Uit de reeds genoemde N-opnamecurve kon afgeleid worden dat de uien op moment van bolvorming 109 kg N per ha opgenomen hadden. Na dit moment bedroeg de behoefte nog 51 kg N per ha. In de periode tussen het vierblad-stadium en de bolvorming is dus 96 kg N per ha nodig. Het NBS met drie giften ziet er dan als volgt uit:

- gift voor zaaien : N-gift = 13 + 35 - N-min, 0-30  
- gift bij vierblad-stadium : N-gift = 96 + 35 - N-min, 0-60  
- gift bij bolvorming : N-gift = 51 + 35 - N-min, 0-60

Naar deze vorm van het NBS zal worden gerefereerd als NBS3 (160/35).

In het onderzoek is op basis van de eerste resultaten een aantal varianten opgenomen. Zo is nagegaan of de buffer weggelaten kan worden. Ook is de stikstofopname van 160 kg per ha verlaagd tot 125 kg per ha. Bij het vierblad-stadium is dan 10 en bij bolvorming 85 kg N per ha door het gewas opgenomen. In het laatste jaar is een variant onderzocht waarbij de grond alleen bij het vierblad-stadium is bemonsterd. Vóór de zaai is 30 kg N per ha gegeven, terwijl bij

het vierblad-stadium vier verschillende streefwaarden zijn onderzocht.

Meestal werd de grond bemonsterd voordat het vierblad-stadium en voor of nadat het stadium van 50% bolvorming is bereikt. Hiervoor is de streefwaarde gecompenseerd op basis van de eerder vermelde stikstofopnamecurve.

### N(P)-rijenbemesting

In het onderzoek naar de toepasbaarheid van het NBS is de vraag betrokken of het effect van de eerste gift verhoogd kan worden door rijenbemesting toe te passen eventueel in combinatie met een kleine fosfaatgift. De bemesting is toegepast in vloeibare vorm. Voor N-rijenbemesting is hiertoe kalksalpeter opgelost in water. Voor de NP-rijenbemesting in 1992 is ammoniumfosfaat (12/62) opgelost in (warm) water. De meststof bleek echter niet geheel op te lossen, zodat in 1993 en 1994 gewerkt is met een vloeibare NP-meststof gebaseerd op polyfosfaten aangevuld met ureum. Deze meststof is beschikbaar gesteld door Hydro Agri Benelux BV. De vloeibare meststoffen zijn in 1991, 1993 en 1994 4 cm naast de zaairij en op 5 cm diepte aangebracht en in 1992 5 cm onder de zaairij. De vloeibare mest is met behulp van een spuittank waarop per zaaikouter een afgeplatte cylinder was aangesloten, in de grond geïnjecteerd. De cylinder had een opening die 2-3 mm breed was en werd vóór het zaaikouter gemonteerd. Drukwieltjes drukten het geultje dicht dat door de afgeplatte cylinder was gevormd.

### Uitvoering veldproeven

Het onderzoek is uitgevoerd in één, drie, twee en twee veldproeven in de jaren 1991, 1992, 1993 en 1994. Van deze proeven zijn drie proeven aangelegd op de ROC Van Bemmelenhoef (Wieringerwerf), drie op het PAGV (Lelystad) en elk één op het OBS (Nagele) en ROC Rusthoeve (Colijnsplaat). In zeven proeven zijn de NBS-varianten vergeleken met vaste giften van 50, 100 of 150 kg N per ha en onbehandeld. In de proef uitgevoerd op het OBS is het NBS alleen vergeleken met onbehandeld en een vaste gift van 100 kg N per ha. In zeven proeven is het ras Hysam gebruikt en in één proef het ras Hylstar. De

vaste stikstof is gegeven als kalksalpeter. De proeven zijn aangelegd als gewarde blokkenproeven in vier herhalingen.

### Waarnemingen

In de proeven is de grond bemonsterd vóór het zaaien, omstreeks het vierblad-stadium, bij de bolvorming en kort na de oogst in de lagen 0-30 en 30-60. De bemonsteringen tijdens de gewasgroei zijn alleen berekend moest worden. Gewaswaarnemingen zijn verricht aan de opkomst, het strijken en afsterven van het loof alsmede aan de verse- en drogestofproductie in loof, bol en hals, de totale stikstofopname en de gewasontwikkeling op de momenten dat de grond bemonsterd werd en bij de eindoogst. De opbrengst aan uien is bepaald na droging bij 30°C.

Monsters van de eindoogst zijn bewaard om na te gaan of de onderzochte wijzen en tijdstippen van bemesting invloed hebben op de bewaarkwaliteit.

## Resultaten

### Toepassing NBS

In tabel 113 is het NBS gebaseerd op een maximale N-opname van 160 kg per ha en een buffer van 35 kg N per ha vergeleken met vaste giften vóór de zaai van 50, 100 of 150 kg N per ha en onbehandeld. De

cijfers in de tabel zijn gemiddelden van de proef in 1991, twee proeven in 1992 en twee proeven in 1993. In die vijf proeven werd de eerste grondbemonstering na de opkomst uitgevoerd op het moment dat het aantal bladeren varieerde tussen 2,1 en 4,2 (gemiddeld 3,3). Gezien het tijdsverloop van circa één week tussen bemonstering en bemesting moet voor het tijdstip van bijbemesting hier nog ongeveer een half blad bij opgeteld worden. De tweede grondbemonstering vond plaats tussen 38 en 85% bolvorming, hetgeen gemiddeld (66%) later is dan waar naar gestreefd werd (50%). Uit de cijfers in tabel 113 blijkt dat het totaal van de stikstofgiften met NBS2 (160/35) gemiddeld 110 kg per ha bedroeg, hetgeen overeenkomt met het huidige advies (100-120 kg N per ha). Indien NBS3 (160/35) werd gebruikt, daalde de totale N-gift tot 72 kg per ha. De opbrengsten van beide NBS-varianten noch de N-mineraal na de oogst bleken minder dan die van een vaste gift van 100 kg N per ha. Het berekende N-verlies van NBS2 (160/35) bleek hoger dan dat van de vaste gift van 100 kg per ha. Dit cijfer is berekend als het verschil van de beschikbare stikstof en de uiteindelijk teruggevonden stikstof. De beschikbare stikstof is de som van de N-mineraal vóór de zaai, de gegeven kunstmest N en de N-mineralisatie. De hoeveelheid teruggevonden stikstof is de som van de N-mineraal die na de oogst in de grond is aangehouden en de N-opname door het gewas. De N-mineralisatie is geschat op basis van de gegevens van de onbehandelde veldjes als het verschil tussen beschikbare en teruggevonden stikstof. Dit betekent dat

Tabel 64. Vergelijking tussen vaste giften stikstof voor zaai en bemesting volgens het NBS in zaaiuien met twee of drie giften. Gemiddelden van vijf proeven.

object <sup>3)</sup>	stikstofgift (kg.ha <sup>-1</sup> )	N-mineraal kort na de oogst (kg.ha <sup>-1</sup> )	berekend N-verlies <sup>1)</sup> (kg.ha <sup>-1</sup> )	aantal geoogste bollen (m <sup>2</sup> )	opbrengst (ton.ha <sup>-1</sup> )	kale uien na bewaring (%)
onbehandeld	0	24	0	75	58	0,8
VZ 50	50	30	3	76	68	0,8
VZ 100	100	43	39	77	67	0,8
VZ 150	144 <sup>2)</sup>	55	68	75	68	1,6
NBS 2	110	41	56	76	68	1,1
NBS 3	72	38	28	76	66	1,0
LSD 5%	-	10	14	3	4	0,7

<sup>1)</sup> N-verlies berekend zoals vermeld in de tekst.

<sup>2)</sup> Op één van de vijf proeven was slechts 120 kg N per ha gegeven.

<sup>3)</sup> VZ = giften voor zaai; NBS = giften volgens NBS met daarachter vermeld het aantal giften.

het berekende verlies van onbehandeld per definitie op 0 kg N per ha uitkomt. Uit tabel 113 blijkt duidelijk dat het verlies groter wordt bij een toenemende N-gift. Het percentage benutte stikstof, berekend als het percentage van de stikstof dat als extra opname ten opzichte van onbehandeld in het gewas terecht is gekomen, gaf eenzelfde beeld: toepassing van zowel NBS2 (160/35) als NBS3 (160/35) leidden niet tot een verbetering van de benutting bij een vergelijkbare totaalgift vóór de zaai.

Opvallend is dat de resultaten van het object waarbij slechts 50 kg N per ha vóór de zaai is gegeven, beter zijn dan die van de giften van 100 of 150 kg. Zowel met de adviesgift als met NBS2 (160/35) werd dus te veel stikstof gegeven.

Het percentage kale uien bleek na bewaring bij de eenmalige gift vóór de zaai van 150 kg per ha iets hoger te zijn dan dat van geringere giften. Bijbemestingen volgens het NBS resulteerden niet in een slechtere huidvastheid.

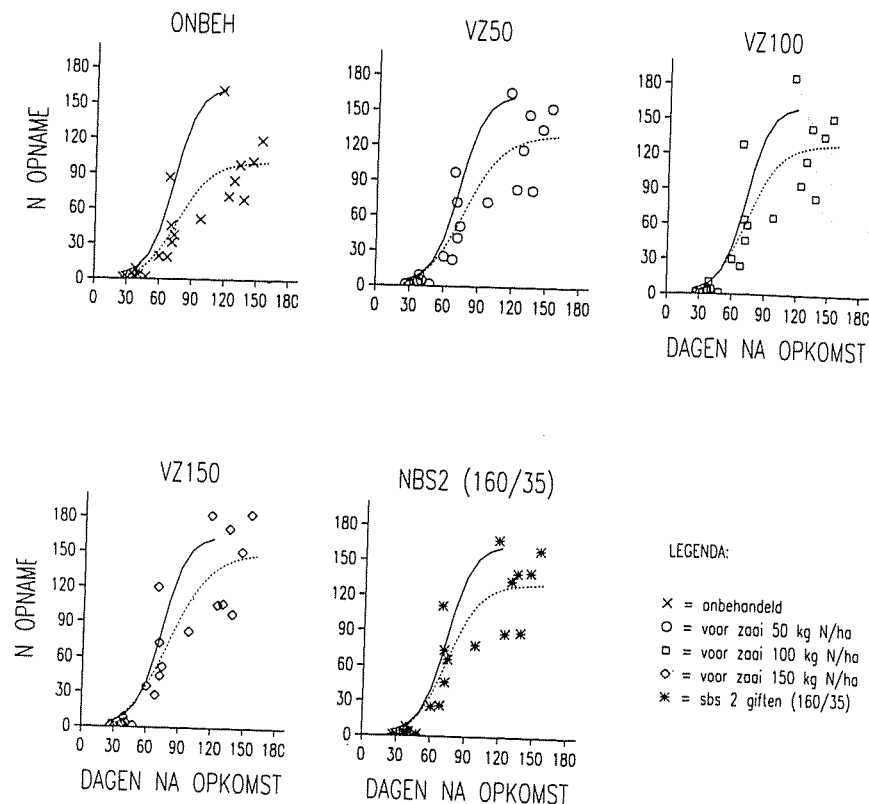
De laatste N-gift bij NBS3 (160/35) bleek steeds laag te zijn (gemiddeld 19 kg N per ha). Daardoor werd bespaard op de totale hoeveelheid N. Deze besparing geeft in combinatie met de lage derde gift aan dat in NBS2 (160/35) de eerste bijbemesting wellicht verminderd zou kunnen worden zonder dat dit tot een geringere opbrengst of kwaliteit leidt. Verlaging van deze gift is in eerste instantie mogelijk door verlaging van de maximale stikstofopname. In figuur 31 is derhalve nagegaan welke stikstofopnames waargenomen zijn in vergelijking met de opnamecurve waarop de eerder genoemde NBS-streefwaarden zijn gebaseerd (NBS-opnamecurve). In deze figuur is deze opnamecurve weergegeven met een ononderbroken lijn. Figuur 31 maakt duidelijk dat de NBS-opnamecurve veeleer een maximaal mogelijke opname weergeeft en minder een gemiddelde. Het verschil tussen de opnamecurve en de waargenomen opnamecijfers kan veroorzaakt zijn door een verschil in N-gehalte en door een verschil in produktie. In figuur 32 is samen met de waarnemingen het verloop van het stikstofgehalte in de drogestof weergegeven zoals afgeleid is uit de NBS-opnamecurve en de daarbij gemeten produkties (ononderbroken lijn). Hieruit blijkt dat de verschillen in figuur 31 niet

verklaard kunnen worden uit een verschil in N-gehalte. Verder blijkt uit figuur 32 dat de gehalten van de afgebeelde objecten onderling maar nauwelijks verschillen. Dit ondersteunt de constatering van Greenwood et al (1992) dat uien nauwelijks luxe consumptie van stikstof vertonen.

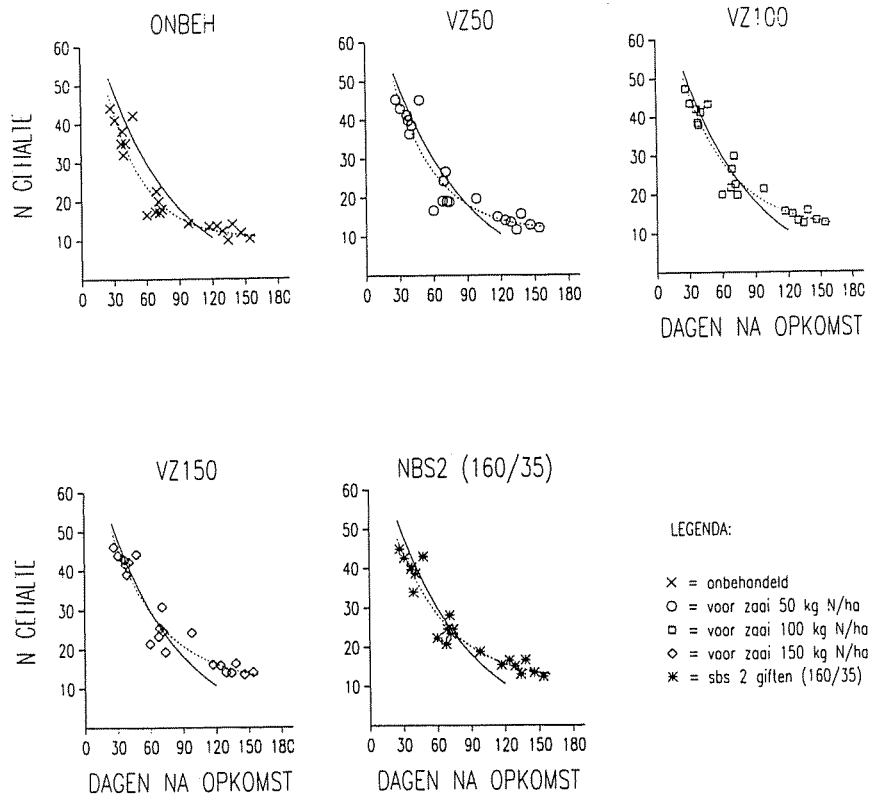
Figuur 31 geeft aan dat de streefwaarden verlaagd kunnen worden, omdat uitgegaan moet worden van een lagere stikstofopname. In drie proeven is een verlaging van de maximale N-opname tot 125 kg per ha onderzocht in combinatie met een verlaging van de buffervoorraad: NBS2 (125/0) en NBS3 (125/0). Vermindering van de gift door het achterwege laten van de buffer en het verlagen van de maximale N-opname tot 125 kg per ha resulteerde in deze proeven in een sterke verlaging van de stikstofgift, maar ook in een lagere opbrengst. Vergeleken met de opbrengst bij een vaste gift vóór het zaaien van 100 kg N per ha (66 ton per ha) bedroeg de gemiddelde opbrengst van NBS2 (125/0) 60 en van NBS3 (125/0) 59 ton per ha. De streefwaarden behorende bij NBS2 (125/0) bedroegen 10 en 115 en bij NBS3 (125/0) 10, 75 en 40 kg N per ha. In twee proeven is bovendien nagegaan wat het effect was van alleen het achterwege laten van de buffer. Dit leidde tot de NBS-varianten NBS2 (160/0) en NBS3 (160/0) en resulteerde in streefwaarden van 13 en 147 resp. 13, 96 en 51 kg N per ha. Deze NBS-varianten leidden tot een lagere N-gift, minder stikstof in de grond na de oogst en in een lager berekend N-verlies vergeleken met NBS2 (160/35) en NBS3 (160/35). De opbrengst van NBS3 (160/0) lag met 59 ton per ha lager dan de opbrengst op basis van een vaste gift vóór de zaai van 100 kg N per ha (66 ton per ha). NBS3 (160/0) resulteerde in een vergelijkbare opbrengst (63 ton per ha).

De ervaringen van de jaren 1991, 1992 en 1993 hebben in 1994 geleid tot een gewijzigde opzet van het onderzoek. De wijziging betrof drie onderdelen:

- In de eerste plaats is in deze opzet de grondbemesting voor de zaai komen te vervallen. De groei in de beginfase op de NBS-objecten met een gemiddelde eerste gift van 28 kg N per ha en op de onbehandelde objecten bleek immers nooit minder te zijn dan de groei van de objecten waarbij vóór de zaai 50, 100 of 150 kg N per ha werd



Figuur 27. Waargenomen stikstofopname van zaauien op de objecten onbehandeld (ONBEH), 50, 100 en 150 kg N per ha voor de zaai (VZ50, VZ100 en VZ150) en NBS2 (160/35) gedurende het seizoen in vergelijking met de NBS-opnamecurve (ononderbroken lijn) gebaseerd op waarnemingen aan een proef in Lelystad in 1988. De onderbroken lijn is gebaseerd op de waarnemingen van de genoemde objecten.



Figuur 28. Waargenomen stikstofgehalten bij zaaiuien op de objecten onbehandeld (ONBEH), 50, 100 en 150 kg N per ha voor de zaai (VZ50, VZ100 en VZ150) en NBS2 (160/35) gedurende het seizoen in vergelijking met het verloop van het N-gehalte in een proef in Lelystad in 1988 (ononderbroken lijn). De onderbroken lijn is gebaseerd op de waarnemingen van de genoemde objecten.

gegeven. Er is volstaan is met een vaste gift van 30 kg N per ha ongeacht de N-mineraal in de grond vóór de zaai;

- In de tweede plaats is onderzoek naar een systeem van drie giften in 1994 niet meer uitgevoerd. De vorige jaren hadden immers duidelijk gemaakt dat de derde gift gemiddeld gering was (19 kg N per ha), omdat rond het moment van 50% bolvorming in de laag 0-60 gemiddeld 90 kg N per ha aanwezig was. Hiervan werd 46 kg gevonden in de laag 0-30 cm, waar zich de meeste wortels van de uien bevinden (Greenwood et al., 1992). Vanaf de bolvorming hebben uien nog maximaal 51 kg N per ha nodig. De behoefte aan extra bemesting in deze situatie lijkt niet groot. Hiervoor bestaat een aantal aanwijzingen. De uien die slechts 50 kg N per ha vóór de zaai kregen toegediend en evenveel opbrachten als zwaarder bemeste uien (tabel 113) lieten na de oogst slechts 30 kg N per ha achter, waarvan 10 kg in de laag 0-30 cm. Daarbij komt dat prei, waarvan het wortelstelsel veel lijkt op dat van uien, stikstof zeer efficiënt kan opnemen (De Willigen, 1994). Tenslotte kan uit de NBS-opnamecurve afgeleid worden dat de stikstofopnamesnelheid na de bolvorming snel daalt;
- In de derde plaats zijn bij de bemesting rond het vierblad-stadium vier verschillende streefwaarden getest, zonder hierbij een onderscheid te maken naar buffer of stikstofbehoefte van het gewas. Dit is gedaan omdat deze gift betrekking heeft op een

lange periode. In deze periode moet niet alleen rekening gehouden worden met de hoeveelheid N die het gewas nog moet opnemen en de buffer die daarvoor nodig is, maar ook met bodemprocessen als mineralisatie, uitspoeling, denitrificatie etc. Daarbij komt dat uit figuur 31 is gebleken dat de maximale stikstofopname sterk kan variëren.

In tabel 114 zijn de gemiddelde resultaten van de twee proeven in 1994 opgenomen. Uit de tabel blijkt dat de laagst gehanteerde streefwaarde van 100 kg N per ha niet tot een opbrengstderiving leidde. In één van beide proeven was dit echter wel degelijk het geval. Bovendien is reeds beschreven dat een streefwaarde van 115 kg N per ha ten tijde van het vierblad-stadium niet voldeed. De optimale streefwaarde op dat moment moet dan tussen 125 en 160 kg N per ha liggen. Met deze waarden werd samen met de vaste gift vóór het zaaien 65 respectievelijk 104 kg N per ha gegeven. Reeds eerder werd vermeld dat het weglaten van de buffer niet leidde tot een opbrengstderiving bij een streefwaarde van 147 kg N per ha rond het vierblad-stadium. De hierbij behorende N-gift bedroeg gemiddeld over twee proeven in totaal 73 kg per ha. Bij de proef die in 1992 is uitgevoerd op het OBS te Nagelè bleek achteraf geen stikstof nodig te zijn geweest en bedroeg de stikstofvoorraad in de laag 0-60 cm ten tijde van de eerste bijbemesting op de veldjes waarop vóór de zaai geen N was gegeven gemiddeld 121 kg N per

Tabel 65. Vergelijking tussen vaste giften stikstof vóór zaai met een NBS in zaaiuien waarbij vóór zaai een vaste gift van 30 kg per ha is gegeven en bij het tweeblad-stadium de N-mineraal in de laag 0-60 cm is aangevuld tot een streefwaarde. Gemiddelden van twee proeven in 1994.

object <sup>2)</sup>	stikstofgift (kg.ha <sup>-1</sup> )	N-mineraal kort na de oogst (kg.ha <sup>-1</sup> )	berekend N-verlies <sup>1)</sup> (kg.ha <sup>-1</sup> )	aantal geoogste bollen (m <sup>-2</sup> )	opbrengst (ton.ha <sup>-1</sup> )	kale uien na bewaring (%)
onbehandeld	0	32	0	88	32	0,8
VZ 50	50	40	28	87	35	1,0
VZ 100	100	50	61	89	37	1,2
VZ 150	150	78	72	90	40	1,3
NBS 200	149	82	79	91	36	1,0
NBS 160	104	55	57	90	36	1,5
NBS 125	65	46	36	93	37	1,1
NBS 100	44	44	15	86	35	1,1
LSD 5%	-	17	20	5	4	0,4

<sup>1)</sup> N-verlies berekend zoals vermeld in de tekst.

<sup>2)</sup> VZ = giften voor zaai; NBS = giften volgens NBS met daarachter vermeld de streefwaarde.

ha. Een streefwaarde tussen de 125 en 160 kg N per ha zou bij deze proef dus terecht tot slechts een geringe N-gift hebben geleid. Tenslotte moet in dit verband gemeld worden dat bij het NBS3 (160/35) bij de tweede gift een streefwaarde van 131 kg N per ha is gehanteerd en dat bij de derde gift gemiddeld slechts 19 kg N per ha is bijgegeven. Het NBS3 leidde volgens tabel 113 niet tot een opbrengstderiving. Dit betekent dus dat een streefwaarde van iets boven de 131 in een NBS met twee bemestingstijdstippen waarschijnlijk zou hebben voldaan. Bovenstaande gegevens lijken een streefwaarde tussen de 125 en 160 kg N per ha te rechtvaardigen.

### N(P)-rijenbemesting

In tabel 115 zijn de resultaten vermeld van de N(P)-rijenbemesting. Deze vorm van bemesting is uitsluitend onderzocht als onderdeel van NBS2 (160/35) en NBS3 (160/35). De resultaten zijn per proef uitgedrukt ten opzichte van het NBS-object met dezelfde streefwaarden en uitsluitend volveldstoepassingen. De N-rijenbemesting gaf nooit een opbrengstverho-

ging en bleek ook niet te resulteren in een hogere LAI (leaf area index) ten tijde van de eerste bijbemesting in mei/juni. De opbrengst bleef zelfs in de meeste proeven onder de 100%. Hieruit kan afgeleid worden dat de techniek van de rijenbemesting de groei van de uien waarschijnlijk negatief heeft beïnvloed. De NP-rijenbemesting gaf in alle proeven een hogere opbrengst en een hogere LAI in mei/juni vergeleken met de N-rijenbemesting. Deze verschillen waren slechts in enkele gevallen statistisch betrouwbaar, maar geen enkele proef liet een tegengesteld beeld zien. In twee proeven bleek de NP-rijenbemesting tot significant meer opbrengst te hebben geleid in vergelijking met de volveldsgift. Te Lelystad werd in 1993 10% meer opbrengst behaald en te Colijnsplaat in 1994 25%, althans bij de variant met de lage N-dosering. In beide gevallen bleek de bevingroei, getuige de LAI in mei/juni, sterk te zijn gestimuleerd. Deze stimulans was ook waarneembaar te Wieringerwerf in 1993, maar de opbrengst bleef steken op 105%. In de genoemde drie proeven bedroeg het Pw-getal 31, 35 respectievelijk 32. Te Wieringerwerf in 1994 (Pw-getal 33) werd geen ef-

Tabel 66. Effect van het toedienen van de eerste NBS-gift in zaaiuien als rijenbemesting (eventueel in combinatie met een fosfaatgift) op een aantal gewas- en bodemkenmerken. De cijfers zijn uitgedrukt als percentage van of als verschil in absolute cijfers met het vergelijkbare NBS-object met uitsluitend volveldsgiften.

proefplaats	proefjaar	gift bij of onder de rij (kg.ha <sup>-1</sup> )		LAI in mei/juni (%)	opbrengst (%)	N-mineraal bij rijenbemesting minus N-mineraal bij volvelds kort na de oogst (kg.ha <sup>-1</sup> )
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			
Lelystad	1991	13	-	107	102	15
		27	-	67 <sup>1)</sup>	94	34
	1993	27	135	88	99	22
		7	-	86	94	28
		16	87	124	110 <sup>1)</sup>	12
Wieringerwerf	1993	16	-	94	100	8
		16	87	127 <sup>1)</sup>	105	13
	1994	14	-	95	96	-21
		33	-	98	97	-17
		14	76	103	102	-25
		42	94	102	100	-17
Colijnsplaat	1994	14	-	85	96	8
		33	-	100	91	13
		14	76	129 <sup>1)</sup>	125 <sup>1)</sup>	4
		42	94	92	93	17

<sup>1)</sup> Statistisch betrouwbaar verschil tussen rijenbemesting en volveldsbemesting.

fect gemeten, net als in 1992 te Lelystad (Pw-getal 53). In deze laatste proef zijn echter niet de vloeibare polyfosfaten gebruikt, maar is een vaste meststof gebruikt op basis van een zout dat in water was opgelost. Het verschil tussen beide vormen is dat het fosfaat van polyfosfaten langzaam beschikbaar komt door hydrolyse en het fosfaat van een zout in één keer. Dit laatste kan leiden tot een te hoge zoutconcentratie in de buurt van de jonge plant. Uien zijn immers gevoelig voor osmotische effecten (Amans en Slangen, 1994 ; Greenwood et al, 1992). Uit tabel 115 komt naar voren dat het toepassen van rijenbemesting de hoeveelheid stikstof kort na de oogst in het algemeen lijkt te verhogen. Een verklaring hiervoor is moeilijk te geven.

### Discussie

Theoretisch zou het NBS een geschikt instrument moeten zijn om het aanbod van stikstof beter af te stemmen op de behoefte van de zaaiuien. Smit concludeerde in 1994 dat gedeelde bemesting geschikt was als bemestingsstrategie voor gewassen als ui, prei en aardappel. Gezien de lange tijdsduur tussen het tijdstip van bemesting (vóór de zaai) en het moment van sterk stijgende N-behoefte van uien (circa 100 dagen) lijkt dit ook aannemelijk. Zink (1966) toonde aan dat uien halverwege het groeiseizoen nog slechts 15% van de uiteindelijk benodigde stikstof hadden opgenomen. De NBS-opnamecurve toonde aan dat ten tijde van het vierblad-stadium de uien nog slechts 8% hadden opgenomen, terwijl reeds 35% van het groeiseizoen voorbij was. De resultaten toonden echter aan dat het NBS met de onderzochte twee of drie bemestingstijdstippen, een maximale opname van 160 kg N per ha en een buffer van 35 kg N per ha geen voordelen bezat ten opzichte van een vaste gift vóór de zaai van 100 kg N per ha. Ook bleek dat de benutting van de stikstof van de uien die volgens NBS werden bemest bij vergelijkbare giften niet beter was dan een vaste gift vóór de zaai. Op basis van de hierboven beschreven theorie was dit echter wel te verwachten. Een verklaring hiervoor kan wellicht zijn dat de stikstof die vóór de zaai werd gegeven, geïmmobiliseerd is en vervolgens pas langzaam vrij is gekomen. Dit proces is waargenomen door Neeteson et al (1986) en

Scharpf en Weier (1994). Dit zou bovendien betekenen dat een bijbemesting in het kader van een NBS niet kort, maar wat ruimer voor het moment van sterk stijgende N-behoefte gegeven moet worden.

Gebleden is ook dat de samenstelling van de streefwaarden van het NBS niet tegemoet kan komen aan de grote spreiding in met name de maximale stikstofopname van uien. Ook kan de vraag worden gesteld in hoeverre de buffer van 35 kg N per ha nodig is. Wellicht dat met een NBS waarbij na opkomst vaker dan twee maal de grond wordt bemonsterd, er meer mogelijkheden zijn voor sturing en dus voor afstemming van vraag en aanbod. In een akkerbouwmatige teelt als van uien lijkt dit echter niet haalbaar. Uit het onderzoek komt naar voren dat voor de bijbemesting in mei/juni volstaan kan worden met een streefwaarde tussen de 125 en 160. Een verandering van het NBS in de zin zoals onderzocht in 1994 is in feite niets anders dan een N-mineraal-systeem waarbij de grondbemonstering na de opkomst plaats vindt, na toepassing van een geringe gift vóór of bij de zaai. In gevallen waarin een sterke mineralisatie in het voorjaar optreedt kan het lateren van een dergelijk N-mineraal-systeem voordelen bieden ten opzichte van een N-mineraal-systeem met bemonstering en bemesting vóór de zaai, zoals bij de proef in 1992 op het OBS is gebleken (sterke mineralisatie). Op basis van de resultaten van dit onderzoek zou dan bemest moeten worden volgens een streefwaarde van circa 140 kg N per ha, waarbij vóór de zaai reeds een geringe gift van bijvoorbeeld 30 kg per ha gegeven moet zijn. De bijbemesting zou, rekening houdend met immobilisatie van stikstof, bij voorkeur eerder dan het vierblad-stadium gegeven moeten worden. Hierbij kan gedacht worden aan het tweebblad-stadium of uiterlijk aan een tijdstip in de tweede helft van mei. Een opbrengstderiving van dit systeem ten opzichte van een vaste gift vóór de zaai van 100 kg N per ha, is niet te verwachten. Voordelen in de vorm van een lagere gift kunnen verwacht worden bij sterke mineralisatie in het voorjaar.

Naast gedeelde bemesting oordeelde Smit (1994) ook rijenbemesting als geschikt voor uien. Onze onderzoeksresultaten ondersteunen deze stelling niet. De resultaten gaven zelfs aan dat een N-rijenbemesting geen voordelen biedt en dat zelfs een op-

brengstderiving niet uitgesloten moet worden. Wellicht dat een vermindering van de opbrengst bij N-rijenbemesting te wijten is aan de toepassingstechniek. Hierbij kan gedacht worden aan het verstoren van het zaaibed. Het is echter ook mogelijk dat door de N-rijenbemesting een te grote osmotische waarde gecreëerd wordt in de buurt van de jonge plant. Hierbij komt dat in het onderzoek is aangetoond dat de begingroei van de uien niet beïnvloed is door de hoogte van de stikstofbemesting, zodat ook niet verwacht kan worden dat N-rijenbemesting veel voordelen biedt. Daarentegen lijkt een NP-rijenbemesting op basis van een vloeibare meststof met polyfosfaten wel perspectief te bieden. De begingroei kan sterk gestimuleerd worden, hetgeen het gewas in staat stelt om vroeger in het seizoen meer licht op te vangen. Dit kan leiden tot een aanzienlijke verhoging van de opbrengst. Dit effect blijkt echter niet altijd op te treden. Nader onderzoek naar de NP-rijenbemesting lijkt daarom nodig.

## Conclusies

Een stikstof-bijmest-systeem dat uitgaat van een maximale stikstof opname van 160 kg per ha, een buffer voorraad van 35 kg per ha en twee of drie tijdstippen van grondbemonstering, blijkt in zaaiuien geen voordelen te bieden ten opzicht van een vaste gift vóór het zaaien van 100 kg N per ha. Een opbrengstderiving en vermindering van de kwaliteit van uien als gevolg van gedeelde bemesting blijken echter evenmin op te treden.

Indien een sterke N-mineralisatie in het voorjaar verwacht kan worden, kan in de tweede helft van mei bemest worden volgens de formule 140 - N-mineraal. Vóór de zaai moet dan een geringe gift van circa 30 kg N per ha gegeven worden. Het toedienen van een geringe N-gift als rijenbemesting in vloeibare vorm in het kader van het stikstof-bijmest-systeem, resulteerde in een verlaging van de opbrengst. Indien aan deze gift een polyfosfaat wordt toegevoegd, kan dit op gronden met een voldoende Pw-toestand, resulteren in een versnelde begingroei en een opbrengstverhoging.

## Samenvatting

In de periode 1991-1994 is in acht veldproeven onderzoek verricht naar de toepasbaarheid van een stikstof-bijmest-systeem voor zaaiuien. Bij dit systeem wordt de totale mestgift verdeeld over een aantal tijdstippen, waarbij per tijdstip een hoeveelheid wordt gegeven die overeenkomt met een streefwaarde waarop de voorraad minerale stikstof op dat tijdstip in mindering wordt gebracht. Deze streefwaarde is de hoeveelheid stikstof die het gewas tot het volgende tijdstip van bemesting of de oogst nodig heeft, vermeerderd met een minimum-hoeveelheid stikstof die nodig is om opname mogelijk te maken. Voor uien is hierbij uitgegaan van twee of drie tijdstippen van bemesting. Het eerste tijdstip is vóór de zaai, het tweede tijdstip is het vierblad-stadium en het derde tijdstip het moment van 50% bolvorming. De bijbehorende streefwaarden bedroegen 48, 131 respectievelijk 86 kg N per ha bij bemesting in drie stappen en 48 respectievelijk 182 kg N per ha bij bemesting in twee stappen. Deze wijze van bemesten is vergeleken met vaste giften vóór de zaai en met een onbemest gewas. Bovendien is onderzocht of het voordelen biedt om de eerste gift in vloeibare vorm als rijenbemesting toe te dienen eventueel in combinatie met een toevoeging van een polyfosfaat. Tenslotte is het effect van vermindering van de genoemde streefwaarden onderzocht. Bemesting volgens het stikstof-bijmest-systeem met genoemde streefwaarden leidde niet tot een betere benutting van de stikstof noch tot een verbetering van de opbrengst of vermindering van de gift vergeleken met de huidige adviesgift van 100 kg N per ha vóór de zaai. Wel leken perspectieven te bestaan voor een systeem waarbij vóór de zaai een geringe gift wordt gegeven zonder grondbemonstering en in de tweede helft van mei een bijbemesting op basis van de hoeveelheid minerale stikstof in de grond. Deze bijbemesting moet berekend worden als het verschil tussen een streefwaarde van 140 kg N per ha en de voorraad minerale stikstof in de grond in de laag 0-60 cm. De grootte van de gift vóór de zaai bleek geen invloed te hebben gehad op de begingroei. Ook het toedienen van de eerste gift als rijenbemesting bood geen voordelen. Wel werd duidelijk dat het

toevoegen van circa 80 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per ha als polyfosfaat kan leiden tot een versnelde begingroei en een hogere opbrengst.

## Literatuur

- Amans, E.B. en J.H.G. Slangen. The effect of controlled-release fertilizer 'Osmocote' on growth, yield and composition of onion plants. *Fertilizer Research* 37, p. 79-84 (1994).
- Brewster, J.L., H.R. Rowse en A.D. Bosch. The effects of subseed placement of liquid N and P fertilizer on the growth and development of bulb onions over a range of plant densities using primed and non-primed seed. *Journal of Horticultural Science*, 66, p. 551-557 (1991).
- Butt, A.M. Vegetative growth, morphogenesis and carbohydrate content of the onion plant as a function of light and temperature under field- and controlled conditions. *Veenman en Zonen NV, Wageningen*, 211 p. Mededelingen Landbouwhogeschool Wageningen, 68-10 (1968).
- Greenwood, D.J., J.J. Neeteson, A. Draycott, G. Wijnen, G. en D.A. Stone. Measurement and simulation of the effects of N-fertilizer on growth, plant composition and distribution of soil mineral-N in nationwide onion experiments. *Fertilizer Research* 31, p. 305-318 (1992).
- Kato, T. Physiological studies on the bulbing and dormancy of onion plant. I. The process of bulb formation and development. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 32, p. 229-237 (1963).
- Lang, C. Kulturbegleitende N<sub>min</sub>-Sollwerte (KNS)-System. Gezielte N-Versorgung der Sommerzwiebel. *Gemüse* 24, p. 140-144 (1988).
- Neeteson, J.J., D.J. Greenwood en E.J.M.H. Habets. Dependence of soil mineral N on N-fertilizer application. *Plant and Soil*, 91, p. 417-420 (1986).
- Scharpf, H.C. en U. Weier. Temporary fixation and immobilisation, respectively, of nitrogen as potential disturbance variable for an exact control of the nitrogen fertilisation in vegetable growing. *Abstracts of the XXIVth International Horticultural Congress, Kyoto, Japan*, O-54-2, p. 97 (1994).
- Smit, A.C. Stikstofbenutting. In: Harverkort et al. (eds). *Thema-dag Stikstofstromen in de Vollegrondsgroenteteelt*. Lelystad, PAGV-themaboekje nr. 18, p. 9-22 (1994).
- Willigen, P. de. Een model voor de opname en uitspoeling van stikstof in de teelt van spruitkool en prei. In: Harverkort et al. (eds). *Thema-dag Stikstofstromen in de Vollegrondsgroenteteelt*. Lelystad, PAGV-themaboekje nr. 18, p. 58-69 (1994).
- Zink, F.W. Studies on the growth rate and nutrient absorption of onion. *Hilgardia*, 37, p. 203-218 (1966).

## Summary

*Between 1991 and 1994 research was conducted in 8 field trials into the applicability of a system for split nitrogen application in spring sown onions. At each application time an amount of nitrogen is given according to a threshold value which is lowered by the amount of mineral nitrogen present on the soil at that time. This threshold value equals the amount of nitrogen that is needed by the crop until the next application time or until harvest increased with a minimum amount of mineral nitrogen in the soil to enable uptake by the crop. For onions two or three application times were considered. The first application time was planned before sowing, the second at the 4-leaf-stage and the third at 50% bulb formation. The corresponding threshold values with three application times were 48, 131 and 86 kg N per ha and with two application times 48 and 182 kg N per ha. Split application based on these values was compared with fertilizer amounts applied before sowing of 50, 100 or 150 kg N per ha and to an untreated crop. Moreover, research was done on the application of the amount of nitrogen before sowing as a row-treatment with liquid N-fertilizer with or without an addition of polyphosphates. Finally, the effect of reduced threshold values was investigated. Compared to the current advise rate of 100 kg N per ha before sowing, the split application system did not improve the nitrogen recovery rate or the yield, nor did it result in a reduction of the amount of nitrogen applied. However, a split application system in which the nitrogen is applied before sowing at a small rate irrespective of the soil mineral N and in the second half of May seems a worthwhile alternative. The latter amount should be calculated as the difference between a threshold value of 140 kg N per ha and the amount of soil mineral N in the layer 0-60 cm. The amount of nitrogen applied before sowing did not have an influence on the juvenile growth rate of the onions. Also, the nitrogen row treatment in combination with a split nitrogen application did not accelerate growth rate in the beginning of growth. However, NP-row application with 35 kg fosfor (P) per ha could improve juvenile growth rate considerably resulting in a larger final yield.*